

0 7 2 3 4 4 8 - 1

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ГЛАВНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ**

На правах рукописи

**УДК 520.2, 520.84,
524.64, 524.7**

ШАРИПОВА ЛИЛИЯ МИХАЙЛОВНА

**СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД, ЯДЕР АКТИВНЫХ
ГАЛАКТИК И КОЛОРИМЕТРИЯ СЛАБЫХ ЗВЕЗДООБРАЗНЫХ
ОКОЛОЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Специальность
01.03.02. - астрофизика, радиоастрономия.

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертация на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - 2001

Работа выполнена в Крымской астрофизической обсерватории

Научный руководитель: доктор физико-математических наук,
В.В. Прокофьева-Михайловская.
(КрАО)

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук
Юдин Р.В. (ГАО, РАН)
кандидат физико-математических наук
Миронов А.В. (ГАИШ, МГУ)

Ведущая организация:
Санкт-Петербургский Государственный Университет

Защита состоится "26" 10 2001 г. в 14 час. 00 мин.
На заседании Специализированного Совета (шифр К 002.120.01)
Главной Астрономической Обсерватории РАН.
Адрес: 196140, Санкт-Петербург, Пулковое, ГАО РАН.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАО РАН

Автореферат разослан "12" 09 2001 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000977314

Ученый секретарь Специализированного Совета
кандидат физико-математических наук

Милецкий Е.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Спектрофотометрические и колориметрические исследования небесных объектов содержат в себе фундаментальную информацию, которая свидетельствует о физических условиях и процессах, происходящих в наблюдаемых объектах. Определение и уточнение шкалы звездных температур, спектральная классификация звезд, создание моделей звездных атмосфер - это и многое другое дает спектральная плотность энергетической освещенности, создаваемая звездой на внешней границе земной атмосферы.

В короткий промежуток времени характер астрономических исследований претерпел качественные изменения - расширился в область слабых астрономических объектов. Изучение распределения энергии в спектрах таких объектов, спектрофотометрические мониторинги экзотических образований, которыми являются, к примеру, ядра активных галактик - это далеко немногие проблемы, которые требуют для абсолютизации данных достаточного количества вторичных спектрофотометрических стандартов с блеском слабее 9 звездной величины. Звезды с известным распределением энергии используются для исследования объектов как ближнего, так и дальнего космоса. Существующий дефицит слабых спектрофотометрических стандартов стимулирует проведение каталожных работ в этом направлении, и изыскания такого характера продолжают оставаться востребованными. Оригинальным решением этой задачи является создание региональных спектрофотометрических стандартов, доступных наблюдениям круглогодично. Один из вариантов таких стандартов, расположенных в околополярной области неба, и был реализован в нашей работе.

В течение длительного времени предметом пристального внимания среди нестационарных астрономических объектов остаются галактики с активными ядрами. Вопрос о природе их нестационарности далек от своего решения.

Прогрессу в понимании этого явления наряду с космическими исследованиями будут содействовать все возможные способы их наземного исследования, проводимые, в том числе, и на малых телескопах. В частности, продолжительные спектрофотометрические мониторинги нестационарных объектов, в которых задействованы малые телескопы, дают богатейшие данные для статистического анализа, для уточнения временных характеристик переменности излучения таких объектов. В нашей работе представлены результаты ряда спектрофотометрических

наблюдений ядра сейфертовской галактики NGC 4151, позволившие проследить динамику его излучения как в континууме, так и в блендах эмиссионных линий в минимуме активности ядра галактики.

Существуют наблюдательные свидетельства, в соответствии с которыми, вблизи ядер некоторых сейфертовских галактик, относящихся к активным, обнаруживаются загадочные звездообразные объекты неизвестной природы. В качестве возможной причины их происхождения выдвигалось предположение о том, что данные объекты могут быть результатом слияния разрушенной приливным взаимодействием галактики-спутника с главной галактикой или результатом аккреции вещества на ядра галактик из околоядерного пространства. Ясно, что причинно-следственная связь таких объектов неоднозначна, и раскрытию понимания их природы, безусловно, будут способствовать различные методы исследования, в том числе колориметрические. В данной работе нами были использованы методы широкополосной BVR фотометрии для изучения одного из возможных эволюционных эпизодов в жизни "активного ядра", проявлением которого могут быть компактные звездообразные объекты, расположенные вблизи ядер активных галактик. Полученные данные могут быть полезными как для выяснения природы этих объектов, так и для понимания чрезвычайно сложной динамической картины возникновения, эволюции, фрагментации, взаимосвязи материи в околоядерных областях активных галактик.

Многопроблемность исследований астрономических объектов является определяющим фактором в оснащенности средних и крупных телескопов различными приборами и светоприемной аппаратурой. Однако задачи, требующие большого количества наблюдательного времени, к примеру, продолжительные исследования нестационарности излучения различных небесных объектов, менее доступны такому классу телескопов. Малые телескопы уступают крупным по величине собираемого ими светового потока, однако, проведение длительных спектрофотометрических мониторинговых программ на них легче реализуется, в том числе и при условии модернизации старой и внедрении новой светоприемной и спектральной аппаратуры. Подавляющее число спектрофотометрических наблюдений длительное время выполнялось с помощью сканеров, работающих на ФЭУ. Использование в практике астрофизических наблюдений современных телевизионных систем, цифровой техники, а также создание широкоформатных матриц - все это требует разработки нового класса спектрофотометрических приборов астрономического назначения. Новые приборы должны обладать универсальными

качествами, такими как, оперативность поиска и безошибочность отождествления наблюдаемого объекта, быстрый подбор дисперсии в соответствии с его яркостью, оперативная взаимозаменяемость другим прибором, по возможности обработка данных в реальном масштабе времени и многое другое. Как правило, в наблюдательной практике существуют свои критерии, согласно которым спектральные приборы имеют вполне конкретное назначение. С целью проведения на малом телескопе МТМ-500 Крымской астрофизической обсерватории спектрофотометрических наблюдений различных астрономических объектов был разработан и внедрен высокоэффективный, афокальный, дифракционный спектрограф, снабженный набором прозрачных решеток. Более десяти лет используется данный прибор на менисковом телескопе МТМ-500 для исследования объектов планетной, звездной, внегалактической астрономии.

Актуальность работы.

Актуальность проведенной работы определяется:

- а) обеспечением широкого круга астрономических задач, реализация которых требует внедрения новой спектральной аппаратуры;
- б) существующим дефицитом вторичных спектрофотометрических стандартов, имеющих блеск слабее 9 звездной величины;
- в) многопроблемностью исследований ядер активных внегалактических объектов, включающей в себя выяснение природы этой активности, проявляющейся, в частности, в переменности его излучения в эмиссиях и в непрерывном спектре;
- г) а также важностью изучения одного из возможных эволюционных эпизодов в жизни "активного ядра", связанного с существованием звездообразных компактных объектов, расположенных вблизи ядер родительских галактик.

Цель работы состояла

1. В разработке и внедрении нового малогабаритного высокоэффективного спектрального прибора, в создании и отладке методики спектрофотометрических наблюдений и обработки получаемых данных с учетом особенностей применяемой телевизионной аппаратуры менискового телескопа МТМ-500 Крымской астрофизической обсерватории.

2. В создании спектрофотометрического варианта Северного Полярного Ряда для звезд 9-12 звездной величины, доступных наблюдениям круглогодично, и проведении по ним оценки точностей спектрофотометрических данных для звезд различного блеска.

3. В проведении спектрофотометрических исследований ядра галактики NGC 4151 в фазе минимума его активности.

4. В получении показателей цвета B-V и V-R для звездообразных компактных объектов, расположенных вблизи некоторых известных галактик с активными ядрами и исследовании природы этих объектов.

Научная новизна работы.

1. Впервые предложена и осуществлена оригинальная оптическая схема высокоэффективного, афокального спектрографа на прозрачных дифракционных решетках, в которой путем введения призм малого угла отклонения исправляются аберрации внеосевых пучков.

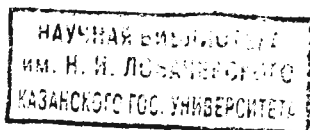
2. Впервые в практике спектрофотометрических наблюдений для определения спектральной дисперсии в качестве нуля-пункта используется нулевой порядок в записи спектра планетарной туманности, имеющей малый угловой размер, а также эмиссионные линии в ее спектре.

3. Применен оригинальный метод контроля прозрачности земной атмосферы с помощью энергетически калиброванного в абсолютных единицах "эталоны яркости", регистрация которого проводится во время наблюдений одновременно с записью спектра исследуемого объекта.

4. Впервые Северный Полярный Спектрофотометрический Ряд (NPSS) расширен двенадцатью слабыми вторичными спектрофотометрическими стандартами, имеющими блеск от 9 до 12 звездной величины.

5. В течение четырех месяцев изучен характер переменности потоков континуума и бленд эмиссионных линий сейфертовской галактики NGC 4151 в минимуме ее блеска с использованием бесщелевого спектрографа.

6. Впервые в одной системе получены цветовые характеристики (B-V и V-R) пяти звездообразных объектов, расположенных вблизи ядер активных галактик NGC 1275, 3C 120, 3C 390.3, Mrk 290, Mrk 298. Для четырех объектов, вблизи галактик NGC 1275, 3C 390.3, Mrk 290, Mrk



298, впервые определены показатель цвета V-R. В соответствии с полученными цветовыми характеристиками сделан вывод о сложном звездном составе трех объектов вблизи галактик 3C 390.3, Mrk 290, Mrk 298.

Практическое значение работы имеет несколько аспектов.

Во-первых, разработан и внедрен новый спектральный прибор – афокальный, дифракционный спектрометр, применение которого возможно на разных телескопах как в наземных, так и в космических условиях.

Во-вторых, разработанные методы наблюдений и обработки спектрофотометрических данных, включивших в себя: расчет дисперсии по записи спектра планетарной туманности, применение близлежащих звезд в качестве региональных, спектрофотометрических стандартов, контроль экстинкции с помощью энергетически калиброванного "этало-на яркости", пригодны для спектрофотометрических исследований различных астрономических объектов при использовании разных типов панорамных приемников света.

В-третьих, создан ряд вторичных спектрофотометрических стандартов из двенадцати звезд, имеющих блеск от 9 до 12 звездной величины, доступных наблюдениям круглый год. Полученные данные могут быть использованы наблюдателями для различных исследований, а также для дальнейшего изучения этих звезд.

В-четвертых, в результате спектрофотометрических исследований с использованием афокального бесцелевого спектрометра получены в течение нескольких месяцев ряды наблюдений и внеатмосферные монохроматические освещенности сейфертовской галактики NGC 4151. Эти результаты могут быть использованы в обзорных работах по активным галактикам.

В-пятых, данные колориметрии компактных образований вносят дополнительные сведения в понимание феномена активности ядер галактик и применимы в дальнейшем изучении этого явления.

Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы в ряде астрономических институтов России, Украины и за рубежом.

Апробация работы.

Основные результаты диссертации докладывались на семина-

рах лаборатории физики звезд и туманностей Крымской астрофизической обсерватории, а также на следующих совещаниях рабочих групп, международных съездах и симпозиумах:

1. Четвертом координационном совещании рабочей группы "Спектрофотометрические и фотометрические стандарты" проблемной секции "Физика и эволюция звезд" Астрономического совета АН СССР, Грузинская ССР, Абастуманская астрофизическая обсерватория, 1986, 14 -18 октября.

2. Совещании рабочей группы "Спектрофотометрические стандарты и каталоги", Вильнюс, 1988, 28 мая- 2 июня.

3. Совещании рабочей группы "Спектрофотометрические стандарты и каталоги", Крым, Научный, 1989, 16-22 октября.

4. Всесоюзном совещании "Спектрофотометрические стандарты и каталоги", Киев, 1990, 28 октября - 3 ноября.

5. Втором совещании Европейского астрономического общества "Внегалактическая астрономия и наблюдательная космология", JENAM-93, Польша, Торунь, 1993, 18-21 августа.

6. На Съезде международного астрономического общества. Москва, ГАИШ, 1993, 18-22 мая.

7. Юбилейной научной конференции, посвященной 50-летию Крымской астрофизической обсерватории, Крым, Научный, 1996, 6-11 июня.

8. Международной научной конференции, посвященной 125-летию Астрономической обсерватории Одесского университета. "Современные проблемы астрономии". Одесса, 1996, 2-6 сентября.

9. Первой конференции по астрофизике "Звездообразовательная активность в галактиках", посвященной памяти Guillermo Haro Barraza. Мексика, Пуэбла, 1996, 29 апреля - 3 мая.

10. На совместном шестом совещании Европейского астрономического общества и третьей национальной конференции (Joint European and National Astronomical Meeting, JENAM-97, 6th European and 3rd Hellenic Astronomical Conference), Greece, Thessaloniki, 1997, 2 - 5 July.

11. На 4 съезде АСТРО, ЕААС, Россия, Москва, 1997, 22-30 ноября.

12. На совместном девятом Европейском и пятом Евро-Азиатском совещаниях (Joint European and National Astronomical Meeting, JENAM-2000, 9th European and 5th Euro-Asian Astronomical Conference), Russia, S-Peterburg, 2000, 5-8 June.

Личный вклад автора.

Автору диссертации принадлежит разработка и практическое внедрение афокального дифракционного спектрометра, проведение экспериментальных наблюдений. Диссертант является соавтором (Проник, Шарипова, 1993) авторского свидетельства на изобретение. Вклад диссертанта доминирующий. Участие диссертанта было равнозначным с научным руководителем в разработке методики наблюдений и обработки спектрофотометрических данных. Пробные наблюдения сейфертовских галактик проведены совместно с научным руководителем. Большая часть наблюдений галактики NGC 4151 получена автором самостоятельно. Алгоритм обработки данных спектрофотометрического мониторинга галактики NGC 4151 разработан совместно с руководителем. Обработка полученных данных проведена автором самостоятельно.

Спектрофотометрические наблюдения звезд-стандартов, расположенных в околополярной области неба, получены при участии А.В. Харитоновой. Обработка этих данных проведена автором диссертации.

Широкополосные фотометрические наблюдения компактных объектов вблизи ядер активных галактик проводились при участии И.И. Проник. Фотометрическая обработка наблюдений проведена диссертантом самостоятельно. Анализ показателей цвета исследуемых звездообразных объектов проведен совместно с И.И. Проник.

На защиту выносятся:

1. Разработка и внедрение высокоэффективного, бесщелевого дифракционного спектрографа, а также разработка методики наблюдений и обработки спектрофотометрических данных.

2. Получение абсолютных распределений энергии в спектрах двенадцати звезд-стандартов с блеском от 9 до 12 звездной величины, включенных в программу создания каталога "Северный Полярный Спектрофотометрический Ряд."

3. Определение внеатмосферных монохроматических освещенностей в интервале длин волн от 4475 Å до 7025 Å ядра сейфертовской галактики NGC 4151 в фазе минимума активности, а также величины и характер вариаций энергетических потоков в континууме и блэндах эмиссионных линий в течение четырех месяцев.

4. Цветовые характеристики (B-V, V-R) шести звездообразных объектов, расположенных вблизи ядер активных галактик, а также вы-

воды о сложном звездном составе трех объектов вблизи галактик 3C 390.3, Mrk 290, Mrk 298.

Содержание диссертации.

Представленная диссертация является результатом работ, выполненных автором в период с 1986-2000 гг., и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем диссертации - 139 страниц, включая 24 рисунка, 14 таблиц; библиография содержит 187 наименований.

Во введении приводится обоснование актуальности проблемы, сформулирована цель работы, ее научная новизна и практическое значение. Кратко представлено содержание диссертации. Приведены положения, выносимые на защиту, указан личный вклад автора в совместные работы. Приведен список публикаций по теме диссертации и указана ее апробация.

В первой главе дано описание аппаратуры телевизионного комплекса менискового телескопа МТМ-500 Крымской астрофизической обсерватории. Приведены результаты исследований применяемой в наблюдениях новой модификации передающей телевизионной трубки ЛИ-804 (суперизокон с ультрафиолетовой планшайбой на входе и повышенной чувствительностью в коротковолновой области спектра). Описаны результаты исследования таких характеристик трубок, как равномерность чувствительности по полю и линейность характеристики свет-сигнал (Абраменко и др., 1991). Отклонения от линейности отклика телевизионной системы невелики и составляют менее одного процента. Амплитуда микронеоднородностей чувствительности по полю для новой телевизионной трубки оказалась небольшой, порядка 2-3%, что позволило ею пренебречь. Амплитуда макроошибки поля достигает 30%. Это потребовало регулярной регистрации ошибки поля при проведении спектрофотометрических наблюдений и ее учета.

Широкополосные фотометрические наблюдения слабых объектов, имеющих блеск до 20 звездной величины, проводимые на телевизионном комплексе МТМ-500, дополнены возможностью оперативного перехода к спектрофотометрическим наблюдениям различных астрономических объектов, имеющих блеск до 14 звездной величины. Исследования распределения энергии в спектрах таких объектов осуществляются в широком интервале длин волн (от 3600 Å до 8000 Å). В качестве диспергирующего прибора используется оригинальный, высокоэффек-

тивный, бесщелевой, дифракционный спектрограф; дано его описание. Оптическая схема прибора защищена авторским свидетельством (Проник, Шарипова, 1993).

Описывается методика спектрофотометрических наблюдений и математической обработки полученных данных.

Методика включает:

а) стандартизацию всех записей спектров с помощью искусственного "эталоны яркости";

б) калибровку шкалы длин волн по записям спектра планетарной туманности, имеющей бленды эмиссионных линий, положения которых вместе с положением нулевого порядка используются для определения дисперсии;

в) использование положения нулевого порядка для определения нуля-пункта шкалы длин волн во всех спектрах объектов;

г) учет ошибки поля и дисторсионных искажений, вносимых аппаратурой;

д) вычитание фона неба из записей спектров наблюдаемых объектов;

е) оригинальный метод контроля прозрачности земной атмосферы с помощью энергетически калиброванного в абсолютных единицах "эталоны яркости", регистрируемого одновременно с записью спектра звезд-стандарта;

ж) использование в наблюдениях ярких звезд-стандартов нейтрального светофильтра, спектральное пропускания которого было исследовано.

Во второй главе представлена практическая реализация идеи North Polar Spectrophotometric Sequence на более слабые звезды, имеющие блеск от 9 до 12 звездной величины, расположенные вблизи Северного Полюса Мира. Получены абсолютные распределения энергии в спектрах двенадцати околополярных звезд, примерно равноотстоящих друг от друга по прямому восхождению и доступных наблюдателю Северного полушария в течение года. Цифровые значения энергетических внеатмосферных освещенностей этих звезд, рассчитанные на интервал 50 \AA в диапазоне длин волн $3975\text{--}7225 \text{ \AA}$, даются в ПРИЛОЖЕНИИ I к диссертации.

По спектральному распределению энергии околополярных звезд рассчитаны их синтетические звездные величины V_c и определены также показатели цвета $(B-V)_c$.

Проанализированы внутренняя точность и внешняя сходимость спектрофотометрических данных. Анализ внутренней точности определения абсолютного распределения энергии в спектре околополярных звезд показывает, что в диапазоне длин волн от 4000 Å до 7200 Å составляет 2-3% для звезд 9-10 звездной величины и 3-4% для звезд 11-12 звездной величины (Шарипова и Прокофьева, 1998).

Анализ внешней сходимости полученных спектрофотометрических данных проведен для двух звезд HD 11696, Wolf 1346, звездные величины которых в полосе V равны $7.^m92$, $11.^m5$, соответственно. Величина погрешности для звезды HD 11696 в интервале длин волн от 5000 Å до 5500 Å составляет 4%. Величина погрешности данных для звезды Wolf 1346 в указанном спектральном интервале не хуже 4%.

Проведенный анализ показал, что внутренняя и внешняя погрешности спектрофотометрических наблюдений звезд близки по величине. Хорошая внешняя сходимость обеспечена энергетической калибровкой всех спектрофотометрических наблюдений с помощью "эталоны яркости".

В третьей главе приводятся результаты спектрофотометрических наблюдений четырех активных галактик, имеющих яркие ядра, хорошо выделяющиеся на фоне периферийных областей галактик. Это следующие галактики: NGC 1275, NGC 4051, NGC 7469, NGC 4151. Исследования первых трех объектов представляли первый подход в решении проблемы получения спектрофотометрических измерений активных ядер галактик. Исследования сейфертовской галактики NGC 4151 проведены по ряду спектрофотометрических наблюдений ее ядра; в результате получено 37 спектров галактики, 57 спектров звезды C3, 47 спектров звезд-стандартов.

С целью повышения точности и надежности полученных данных впервые в практике спектрофотометрических наблюдений активных ядер энергетическая привязка исследуемой галактики NGC 4151 осуществлялась к региональному спектрофотометрическому стандарту - звезде C3 (Пенстон и др., 1971), расположенному на расстоянии нескольких угловых минут от галактики. Для этой звезды определено абсолютное распределение энергии в спектре. Точность определения внеатмосферной монохроматической освещенности в единичном интервале, шириной 50 Å, в спектре звезды C3 составила 2.2%. Сопоставление вычисленных нами ее синтетических фотометрических характеристик с фотоэлектрическими данными показало согласие в пределах $0.^m02$ - $0.^m04$.

По внеатмосферным монохроматическим освещенностям ядра галактики NGC 4151 рассчитаны фотометрические и энергетические параметры. Эти данные позволили более подробно исследовать излучение ядра галактики в фазе минимума ее активности: вариации блеска в спектральной полосе V, особенности излучения потоков континуума, бленд эмиссионных линий ядра галактики NGC 4151 в течение нескольких месяцев. Поток континуума определялся как средняя величина на один ангстрем в участке спектра ядра галактики от 5200 Å до 5700 Å. Полоса измерения потока в двух эмиссионных блендах ($H_{\beta} + O [III]$, 4959+5007 Å и $H_{\alpha} + N [II]$, 6584 Å) составляла около 200 Å.

Проведен анализ точностей спектрофотометрических результатов на основе теоретических предпосылок и наблюдательных данных. Результаты анализа показали, что точность измерения относительной интенсивности спектра ядра галактики в одном канале шириной 50 Å, с учетом статистики квантов и действующей квантовой эффективности аппаратуры и по наблюдательным данным совпадает и составляет 3%.

Исследованы особенности излучения сейфертовской галактики NGC 4151 в течение четырех месяцев (январь-апрель, 1988г.) в фазе минимума ее блеска. Для этой цели использованы 33 наблюдения этой галактики, полученные в течение 8 ночей в указанном интервале времени, позволившие определить средние величины блеска в спектральной полосе V, потоки в континууме, в блендах эмиссионных линий и оценить их формальные средне-квадратические ошибки.

Изучение особенностей излучения сейфертовской галактики NGC 4151 в фазе минимума ее активности показало, что изменения блеска галактики в спектральной полосе V в течение нескольких месяцев обусловлены вариациями потока в континууме. Поведение потоков в блендах эмиссионных линий в течение четырех месяцев 1988 года (январь-апрель) различно: при постоянстве потока второй бленды $H_{\alpha} + N [II]$ поток в первой бленде эмиссионных линий $H_{\beta} + O [III]$ увеличился относительно своего первоначального состояния. В том же интервале времени поведение потоков двух бленд эмиссионных линий и отношения их эквивалентных ширин идентично. Это обстоятельство подтверждает вывод о переменности потока в первой бленде. Наличие антикорреляции эквивалентной ширины второй бленды с потоком в континууме, имеющей коэффициент 0.99, подтверждает постоянство потока в этой бленде.

Проведены сопоставления данных о потоке в континууме с данными других авторов, полученных в различных длинах волн (Сергеев,

1994, Маозом и др., 1991). Показано, что при введении поправки нуля пункта наших наблюдений, равной $-2 \cdot 10^{-14}$ эрг/см²·с·Å и составляющей 30% средней величины потока, измеренной нами, имеет место согласие используемых в сопоставлении данных. Эта поправка вызвана тем, что наши наблюдения проводились в области размером 20 угловых секунд.

В четвертой главе описываются результаты колориметрических исследований слабых звездообразных компактных объектов, расположенных вблизи ядер некоторых активных галактик: NGC 1275, NGC 7469, Mrk 290, Mrk 298, 3C 120, 3C 390.3, полученные по широкополосным BVR фотометрическим наблюдениям, проведенным на менисковом телескопе МТМ-500 Крымской астрофизической обсерватории. Описана методика наблюдений и обработки. Указаны точности BVR величин и показателей цвета исследуемых объектов. Эти точности варьируются в зависимости от яркости исследуемого объекта и вклада фона галактики и находятся примерно в одном интервале звездных величин (для BVR величин этот диапазон меняется от 0.07 до 0.19, для показателей цвета - от 0.07 до 0.20 звездных величин).

Получена новая редукционная формула, позволяющая осуществлять перевод показателя цвета V-R, в диапазоне его значений от -0.1 до 1.2 звездной величины, из системы Кузинса в систему Джонсона. Она использовалась как при сопоставлении наших и опубликованных разными исследователями R - величин трех звездообразных объектов, расположенных вблизи галактик NGC 1275, NGC 7469, 3C 120, так и для перевода в систему Джонсона показателей цвета V-R различных астрономических популяций, для которых фотометрические наблюдения в спектральной полосе R были получены в системе Кузинса.

С целью выяснения возможной природы исследуемых объектов построена двухцветная диаграмма известных астрономических популяций, где все данные представлены в цветовой системе Джонсона. Проведен анализ положения звездообразных объектов на двухцветной диаграмме и сравнение их показателей цвета B-V, V-R с таковыми различных астрономических популяций. Величины показателей цвета исследуемых звездообразных объектов показывают, что они, все без исключения, достаточно красные образования - $(V-R) \geq 1$ mag.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что объекты, расположенные вблизи галактик 3C 390.3, Mrk 290, Mrk 298, с большой степенью достоверности имеют внегалактическую природу и содержат звезды как ранних, так и поздних спектральных классов. Внегалактическая природа объектов, расположенных вблизи галактик NGC

7469, 3C 120 не столь очевидна. Интерпретация природы звездобразного объекта, расположенного вблизи галактики NGC 1275, несмотря на его длительные исследования в различных диапазонах электромагнитного спектра, остается в высшей степени дискуссионной.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

В трех приложениях к диссертации приводятся:

I. Цифровые значения энергетических внеатмосферных освещенностей 12 околополярных звезд, рассчитанные на интервал 50 \AA в диапазоне длин волн $3975\text{--}7225 \text{ \AA}$.

II. В табличном виде данные спектрофотометрического мониторинга сейфертовской галактики NGC 4151 - распределение энергии в 37 спектрах галактики в абсолютных единицах - $\text{эрг/см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{\AA}$, в интервале длин волн от 4475 \AA до 7025 \AA .

III. Наблюдательные свидетельства связи родительских галактик и расположенных вблизи них звездобразных компактных объектов.

Публикации по теме диссертации.

Основные результаты диссертации изложены в следующих работах:

1. А.Н. Абраменко, Л.М. Шарипова, А.В. Багров, М.А. Смирнов: "Телевизионный спектрометр малой дисперсии". *Астрономический циркуляр*. 1986. N 1464. С.3-5.

2. А.Н. Абраменко, В.В. Прокофьева, Н.И. Бондарь, В.А. Майер, Е.П. Павленко, Л.М. Шарипова: "Телевизионный комплекс малого телескопа для астрофизических исследований". *Изв. Крым. астрофиз. obs.* 1988. 78. С. 182-192.

3. Н.И. Бондарь, В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "Опыт телевизионной спектрофотометрии слабых звезд с регистрацией данных в ЭВМ". *Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории*. 1989. N 67. С.47-52.

4. А.Н. Абраменко, В.А. Майер, В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "Спектрофотометрия звезд с помощью прозрачных дифракционных решеток". *Оптико-механическая промышленность*. 1991. N2. с.10-13.

5. А.Н. Абраменко, Л.Г. Богачева, А.Е. Верхошенцев, К.И. Осьминкина, Е.П. Павленко, В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "Суперизокон с чувствительностью в ближней УФ области спектра и его применение для фотометрических исследований в астрофизике". Оптико-механическая промышленность. 1991. N7. С.76-79.

6. Л.М. Шарипова: "Редукция показателя цвета (V-R) в фотометрических системах Джонсона и Кузиса". Астрономический Циркуляр. 1993. N1556. С.11-12.

7. В.И. Проник, Л.М. Шарипова: Афокальный дифракционный спектрограф прямого зрения, 1993, А.С. 1822932 СССР, МКУ G 01 J 3/18. Крым.астрофиз.обсерв. АН СССР N 4861332/25; Заявл. 07.06.90. Опубликовано. 23.06.93. Бюл. N23.

8. L.M.Sharipova, V.V.Prokof'eva, I.I.Pronik: "Compact objects interacting with the nuclei of Active Galaxies NGC 1275, NGC 7469, Mrk290, Mrk298, 3C120, 3C390.3" Abstracts of European astronomical society JENAM-93, "Extragalactic astronomy and observational cosmology", Torun, Poland, 18-21 August 1993.

9. V.V. Prokof'eva, I.I. Pronik, L.M. Sharipova: "BVR-photometry of the compact objects interacting with the nuclei of active galaxies". Astron. Astrophys.Trans. 1995. V.8. N4. p.285-290.

10. A.N. Abraimenko, N.N. Okhmat, V.V. Prokof'eva, L.M. Sharipova: "Slitless digital TV spectrophotometer of the Crimean Astrophysical Observatory." Odessa Astronomical Publication. 1996. V.9. P. 117-118.

11. И.И. Проник, В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "BVR-фотометрия компактных объектов вблизи ядер активных галактик: NGC1275, NGC7469, Mrk290, Mrk298, 3C120, 3C390.3". Изв. Крым. астрофиз. обс.. 1996. Том 93. С.58-78.

12. В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "Спектрофотометрические наблюдения ядер сейфертовских галактик NGC 4051, NGC 7469, NGC 1275". Астрофизика. 1996. Том 39. вып.1. с.101-110.

13. В.В. Прокофьева, Л.М. Шарипова: "Быстрая цифровая спектрофотометрия небесных тел". Кинематика и физика небесных тел. 1997. Том 13. N3. с.82-90.

14. L.M.Sharipova, V.V.Prokof'eva: "On the fast variability of the NGC 4151 nucleus flux in 1988 ". Abstracts of Joint European and National Astronomical Meeting, JENAM-97, 6th European and 3rd Hellenic Astronomical Society Conference, "New trends in Astronomy and Astrophysics", Thessaloniki, Greece, 2-5 July, 1997.

15. Л.М. Шарипова, В.В. Прокофьева: "Спектрофотометрия звезд 9-12^m программы NPSS (North Polar Spectrophotometric Sequence)". Изв. Крым. астрофиз. обс., 1998. Том 94. с. 289-297.

16. Л.М. Шарипова, В.В. Прокофьева: "Спектрофотометрический мониторинг ядра галактики NGC4151 в минимуме ее блеска в 1988 г." Астрофизика. 1998. том 41. вып.3. С.333-348.

17. V.V. Prokof'eva, L.M. Sharipova: " Spectrophotometry of the nucleus of the galaxy NGC 4151 in 1988". Astron. Astroph. Trans. 1999. V. 17. P. 433-437.

18. Л.М. Шарипова: "Звезда С3. расположенная вблизи сейфертовской галактики NGC 4151, как региональный спектрофотометрический стандарт ." Публикации трудов Пулковской астроном. обсерватории. 2000, (в печати).

Подписано в печать 10.07.2001. Формат 60х84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 80.
Множительный участок КраО, 98409, Крым, Научный

